

**AMPLIFICATEUR A GRANDE DYNAMIQUE DE PUISSANCE DE SORTIE.**

5        La présente invention se rapporte à un amplificateur réglable sur une forte dynamique de puissance de sortie et possédant un rendement en puissance ajoutée quasiment constant.

10      Elle concerne plus particulièrement la réalisation d'un amplificateur de puissance de signaux hyperfréquence à l'état solide notamment pour émetteurs de satellites, adapté pour fonctionner par exemple dans une gamme de fréquence proche de 30GHz, et comportant un nombre déterminé 15 d'éléments actifs alimentant en parallèle une charge commune par l'intermédiaire d'un dispositif d'adaptation constitué d'un microcircuit composé de lignes de propagation, de capacités ou inductances.

20      Cependant l'invention concerne également la réalisation de circuit d'amplification avec étages amplificateurs redondants dans lesquels les amplificateurs ne sont pas nécessairement des amplificateurs de puissance.

25      Il est connu pour réaliser un amplificateur de puissance à l'état solide d'utiliser un circuit de combinaison à deux états mettant en oeuvre des lignes hyperfréquence de longueur électrique  $\lambda/4$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde du signal à amplifier. Ce circuit combine les signaux fournis par quatre éléments actifs et fournit en résultat de la combinaison deux niveaux de puissance de sortie avec un rapport de puissance ajoutée constant suivant 30 qu'un élément actif ou quatre éléments actifs sont allumés.

35      Ce circuit a pour inconvénient qu'il ne permet de disposer que de deux niveaux de puissance, un niveau de

puissance de sortie maximum et un niveau de puissance de sortie inférieur de 6dB. En outre le manque de symétrie du circuit ne permet pas de faire fonctionner tout seul n'importe quel élément actif.

5 De façon différente au mode de réalisation précédent qui s'appuie sur le nombre d'éléments actifs utilisé pour réaliser le contrôle en puissance, un autre mode de réalisation connu sous l'appellation d'amplificateur Doherty contrôle la dynamique de la puissance de sortie par  
10 l'intermédiaire de la variation des conductances de charge des éléments actifs en fonction de la puissance d'entrée.

Ce type d'amplificateur a pour inconvénients de ne combiner que deux éléments actifs et d'être mal adapté pour des applications de redondance.

15 Il est également connu pour obtenir un rendement de puissance ajoutée qui soit faiblement dépendant de la puissance de sortie d'adapter les points de polarisation des éléments actifs à la puissance de sortie. Mais cette solution est difficile à mettre en oeuvre et la dynamique de  
20 la puissance de sortie est limitée.

Un des buts de l'invention est de maîtriser la puissance de sortie d'un amplificateur à l'état solide par un contrôle à la fois du nombre d'éléments actifs allumés et des conductances de charge des éléments actifs sans modifier les susceptances de charge des éléments actifs tout en minimisant les pertes dans le circuit d'adaptation.

Plus précisément l'invention vise à la réalisation d'un dispositif d'adaptation capable de contrôler de façon efficace les valeurs des conductances de charge des éléments actifs allumés par le pourcentage d'éléments actifs éteints.

Pour atteindre ces objectifs, le dispositif d'adaptation de l'étage de sortie de l'amplificateur hyperfréquence selon l'invention comprend un nombre déterminé N de circuits de compensation de susceptance reliées respectivement aux sorties de N éléments actifs pour compenser les susceptances de sortie des éléments actifs et un circuit de combinaison et d'adaptation des conductances possédant N entrées reliées respectivement aux sorties des N circuits de compensation des susceptances et une sortie reliée à la charge de l'amplificateur.

Suivant un mode de réalisation le plus général, le circuit de combinaison et d'adaptation des conductances de charge des éléments actifs comprend un nombre déterminé de tronçons de ligne organisés en M niveaux, dans lesquels le niveau 1 est raccordé respectivement aux sorties des N circuits de compensation des susceptances par l'intermédiaire de N tronçons de ligne d'égale longueur électrique multiple entier de  $\lambda/4$  et le niveau M est raccordé directement à la charge de l'amplificateur ou 15 indirectement à celle ci par l'intermédiaire d'au moins un tronçon de ligne de longueur électrique multiple entier de  $\lambda/4$  constituant un  $(M+1)$ ème niveau. Chaque niveau, autre que le niveau 1 et le niveau M+1, comporte un nombre déterminé de tronçons de ligne d'égales longueur électrique multiple 20 entier de  $\lambda/2$ . Dans cette configuration, le nombre de tronçons de ligne d'un niveau J est inférieur au nombre de tronçons du niveau J-1 qui le précède, et chaque tronçon de ligne d'un niveau peut être raccordé à un ou plusieurs tronçons de ligne du niveau qui le précède.

Les longueurs électriques des tronçons de lignes du premier niveau doivent être égales à un multiple entier impair de  $\lambda/4$  si l'impédance présentée en entrée du circuit

de combinaison par un élément actif éteint combiné avec son circuit de compensation de susceptance est un court-circuit afin de présenter un circuit-ouvert sur les noeuds du niveau 1.

5 Les longueurs électriques des tronçons de lignes du premier niveau doivent être égales à un multiple entier pair de  $\lambda/4$  si l'impédance présentée en entrée du circuit de combinaison par un élément actif éteint combiné avec son circuit de compensation de susceptance est un circuit-ouvert 10 afin de présenter un circuit-ouvert sur les noeuds du niveau 1.

Afin de réaliser un transformateur inverseur d'impédance, la somme des longueurs électriques reliant une entrée du circuit de combinaison à sa sortie doit être égale 15 à un multiple entier impair de  $\lambda/4$ .

De préférence afin d'assurer une symétrie de fonctionnement au circuit, chaque tronçon de ligne d'un niveau est raccordé sur un même noeud à un même nombre de tronçons de ligne du niveau qui le précède.

20 Afin d'améliorer la fonction transformateur d'impédance du circuit d'adaptation, les lignes de longueur électrique multiple entier de  $\lambda/2$  reliant deux noeuds de niveaux différents peuvent être décomposées en plusieurs lignes de longueur électrique  $\lambda/4$  d'impédance 25 caractéristiques différentes.

Suivant un mode particulier de réalisation d'un amplificateur selon l'invention le nombre d'éléments actifs N=4 et le circuit de combinaison et d'adaptation des conductances de charge des éléments actifs est organisé en deux niveaux ce qui permet d'atteindre une dynamique de puissance de 12dB entre une configuration où un seul élément

actif est allumé et une configuration où les quatre éléments actifs sont allumés.

Des dynamiques de puissance encore plus grandes peuvent être obtenues en augmentant le nombre N d'éléments actifs.

En outre chaque circuit de compensation de susceptance se compose de deux tronçons de ligne reliés en série par l'intermédiaire d'un condensateur entre la sortie de l'élément actif auquel il est relié et l'entrée du circuit de combinaison et d'adaptation des conductances qui lui correspond. La compensation de la susceptance de sortie de l'élément actif s'effectue au moyen des deux tronçons de ligne et du condensateur et au moyen d'un troisième tronçon de ligne relié entre le point commun entre le condensateur et le tronçon de ligne relié à la sortie de l'élément actif et une extrémité d'un condensateur à capacité fixe relié par sa deuxième extrémité à un point de masse, le condensateur étant polarisé par une tension de polarisation appliquée sur sa première extrémité.

Lorsqu'un élément actif est éteint, par variation de la tension de polarisation appliquée sur le condensateur, la variation de l'impédance de sortie que présente cet élément actif conduit à présenter un court circuit à l'entrée du circuit de combinaison et d'adaptation.

Il peut également envisager de choisir une topologie de circuit de compensation de susceptance différente permettant de présenter un circuit ouvert à l'entrée du circuit de combinaison et d'adaptation lorsque l'élément actif est éteint.

Le circuit de combinaison peut être réalisé également par une technique de combinaison spatiale de puissance.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description qui suit, faite seulement à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés, sur lesquels:

5 - la Figure 1 est un schéma de principe d'un mode de réalisation d'un amplificateur de puissance hyperfréquence à état solide selon l'invention.

10 - la Figure 2 est un schéma illustrant un mode de réalisation d'un circuit de compensation de susceptance d'éléments actifs de sortie de l'amplificateur de la Figure 1.

15 - la Figure 3 est un schéma de principe montrant un exemple de réalisation du circuit de combinaison et d'adaptation de conductance de charge de la Figure 1.

20 - la Figure 4 illustre un mode de réalisation d'un dispositif d'adaptation d'impédance d'un amplificateur selon l'invention composé de quatre circuits de compensation de susceptance.

25 - les Figures 5 à 7 illustrent le mode de fonctionnement du dispositif d'adaptation de la Figure 4.

26 - les Figures 8 et 9 illustrent deux variantes de réalisation d'un dispositif d'adaptation d'impédance selon l'invention comportant six circuits de compensation de susceptance.

27

On se réfère d'abord à la Figure 1 qui représente un mode de réalisation d'un amplificateur de puissance hyperfréquence à état solide selon l'invention composé de N éléments actifs de sortie référencés de 11 à 1N alimentant en parallèle une charge commune 2 au travers d'un dispositif

d'adaptation 3 des éléments actifs de sortie, représenté à l'intérieur d'une ligne fermée en pointillés.

Le dispositif d'adaptation 3 comprend un nombre déterminé N de circuits de compensation de susceptance référencés 41 à 4N reliées respectivement aux sorties de N éléments actifs 11 à 1N pour compenser les susceptances de sortie des éléments actifs et un circuit de combinaison et d'adaptation des conductances 5 possédant N entrées reliées respectivement aux sorties des N circuits de compensation des susceptances et une sortie reliée à la charge 2 de l'amplificateur.

Comme le montre la Figure 2 chaque circuit de compensation de susceptance 41 à 4N se compose de deux tronçons de ligne 5 et 6 reliés en série par l'intermédiaire d'un condensateur 7 entre la sortie d'un élément actif 11 à 1N auquel il est relié et une entrée du circuit de combinaison et d'adaptation des conductances 3 qui lui correspond.

La compensation de la susceptance de sortie de l'élément actif auquel le circuit de compensation est relié s'effectue au moyen des deux tronçons de ligne et du condensateur et au moyen d'un troisième tronçon de ligne 8 relié entre le point commun 9 entre le condensateur 7 et le tronçon de ligne 5 relié à la sortie de l'élément actif et une première extrémité d'un condensateur à capacité fixe 10 relié par sa deuxième extrémité à un point de masse 11, le condensateur 10 étant polarisé par une tension de polarisation appliquée sur sa première extrémité.

Lorsqu'un élément actif est éteint (par variation de la tension de polarisation appliquée sur le condensateur), la variation de l'impédance de sortie que présente cet

élément actif conduit à présenter un court circuit à l'entrée du circuit de combinaison et d'adaptation.

Il peut être également envisagé de choisir une topologie de circuit de compensation de susceptance différente permettant de présenter un circuit ouvert à l'entrée du circuit de combinaison et d'adaptation lorsque l'élément actif est éteint.

Le circuit 5 de combinaison et d'adaptation des conductances de charge des éléments actifs qui est représenté à la Figure 3 comprend un nombre déterminé de tronçons de ligne organisés en M niveaux.

Le niveau 1 est raccordé respectivement aux sorties des N circuits de compensation des susceptances 41 à 4N par l'intermédiaire de N tronçons de ligne L(1,1) à L(1,N) d'égale longueur électrique, multiple entier de  $\lambda/4$  et le niveau M est raccordé directement à la charge de l'amplificateur ou indirectement à celle ci par l'intermédiaire d'au moins un tronçon de ligne L(M+1,1) de longueur électrique multiple entier de  $\lambda/4$  constituant un (M+1) ième niveau.

Chaque niveau, autre que le niveau 1 et le niveau M+1, comporte un nombre déterminé de tronçons de ligne d'égales longueur électrique multiple entier de  $\lambda/2$ .

Dans cette configuration, chaque tronçon de ligne d'un niveau peut être raccordé à un ou plusieurs tronçons de ligne du niveau qui le précède et le nombre de tronçons de ligne de chaque niveau va en décroissant au fur et à mesure que le nombre de niveaux depuis le premier niveau augmente, de sorte que le nombre de tronçons de ligne d'un niveau J soit toujours inférieur au nombre de tronçons du niveau J-1 qui le précède.

Les longueurs électriques des tronçons de lignes du premier niveau doivent être égales à un multiple entier impair de  $\lambda/4$  si l'impédance présentée en entrée du circuit de combinaison par un élément actif éteint combiné avec son circuit de compensation de susceptance est un court-circuit afin de présenter un circuit-ouvert sur les noeuds du niveau 1.

Les longueurs électriques des tronçons de lignes du premier niveau doivent être égales à un multiple entier pair de  $\lambda/4$  si l'impédance présentée en entrée du circuit de combinaison par un élément actif éteint combiné avec son circuit de compensation de susceptance est un circuit-ouvert afin de présenter un circuit-ouvert sur les noeuds du niveau 1.

Afin de réaliser un transformateur inverseur d'impédance, la somme des longueurs électriques reliant une entrée du circuit de combinaison à sa sortie doit être égale à un multiple entier impair de  $\lambda/4$ .

De préférence afin d'assurer une symétrie de fonctionnement au circuit, chaque tronçon de ligne d'un niveau est raccordé sur un même noeud à un même nombre de tronçons de ligne du niveau qui le précède et le nombre N de tronçons de ligne du premier niveau est pair.

Afin d'améliorer la fonction transformateur d'impédance du circuit d'adaptation, les lignes de longueur électrique multiple entier de  $\lambda/2$  reliant deux noeuds de niveaux différents peuvent être décomposées en plusieurs lignes de longueur électrique  $\lambda/4$  d'impédance caractéristiques différentes.

Un mode de réalisation suivant ce principe, d'un dispositif d'adaptation comportant quatre dispositifs de compensation de susceptance 4a à 4d couplés en sortie de

quatre éléments actifs 1a à 1d et deux niveaux de tronçons de ligne, est montré à la Figure 4.

Le premier niveau est formé de quatre tronçons de ligne 12a à 12d d'impédance caractéristique Z1 et de longueur électrique  $\lambda/4$ , reliés respectivement par une de leurs extrémités aux sorties des dispositifs de compensation de susceptance 4a à 4d.

Le deuxième niveau est formé de deux tronçons de ligne de longueur électrique  $\lambda/2$  composé chacune de deux demi tronçons de lignes 13a, 13b et 14a, 14b de longueur électrique  $\lambda/4$  reliés en série, les deux demi tronçons d'un tronçon ayant des impédances caractéristiques Z2 et Z3 différentes.

Les liaisons entre le premier et le deuxième niveau sont effectuées par les deuxième extrémités des tronçons de ligne 12 a à 12 d de longueur électrique  $\lambda/4$  du premier niveau qui sont reliées deux à deux à une extrémité des tronçons de ligne 13a, 13b d'une part, et 14a 14b d'autre part, de longueur électrique  $\lambda/2$  du deuxième niveau. Les deuxièmes extrémités des tronçons de longueur électrique  $\lambda/2$  13a, 13b et 14a, 14b sont reliées ensemble à la charge 2 (impédance  $Z_{charge-s}$ ) de l'amplificateur.

Le fonctionnement du dispositif d'adaptation de la Figure 4 est illustré par les Figures 5 à 8 où les éléments homologues à ceux de la Figure 4 portent les mêmes références.

Sur ces figures les circuits de compensation 4a à 4d sont représentés par leur schéma équivalent qui apporte une susceptance négative -SEA qui compense celle de sortie de l'élément actif.

La représentation de la Figure 5 correspond à une configuration où tous les éléments actifs liés de l'amplificateur sont allumés, c'est à dire pour laquelle chacun des éléments actifs liés applique un même signal sinusoïdal d'amplitude  $U$  et de longueur d'onde  $\lambda$  sur l'entrée d'un circuit de compensation 4i.

Dans cette configuration le dispositif d'adaptation agit comme un transformateur d'impédance, l'impédance de charge  $Z$  (charge 2) du dispositif d'adaptation ramenée sur chacune de ses entrées étant définie en appliquant successivement, sur le chemin qui le relie à l'impédance de charge  $Z$ , les relations de transformation d'impédance aux tronçons de ligne en  $\lambda/4$  rencontrés depuis celui qui est relié à la charge  $Z$  du dispositif d'adaptation jusqu'à celui qui est relié à l'élément actif par l'intermédiaire du circuit de compensation.

Comme les puissances fournies par les éléments actifs de 1a à 1d sont égales, la puissance obtenue en sortie du circuit d'adaptation est égale à quatre fois celle fournie par un élément actif.

Les impédances de charge ramenées sur chacune des entrées du dispositif d'adaptation sont égales et définies par la relation :

$$Z = \frac{1}{4} \cdot \frac{Z_1^2 \cdot Z_3^2}{Z_2^2 \cdot Z_{CHARGE-S}} \quad (1)$$

en posant:  $Z_c = \frac{Z_1^2 \cdot Z_3^2}{Z_2^2 \cdot Z_{CHARGE-S}}$  , (2)

l'impédance de charge  $Z$  ramenée sur chaque élément actif est  $Z = \frac{Z_c}{4}$ . (3)

En désignant par  $U$  l'amplitude de la tension appliquée sur chacune des entrées des circuits de compensation et que le dispositif d'adaptation n'a pas de perte, la puissance de sortie  $P_s$  fournie à la charge est:

$$P_s = 4 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot U^2}{Z_c} \right) = \frac{8 \cdot U^2}{Z_c} \quad (4)$$

La représentation de la Figure 6 correspond à une configuration où seulement deux éléments actifs alimentent respectivement les tronçons de ligne de longueur électrique  $\lambda/2$ , 13a, 13b d'une part et 14a, 14b d'autre part.

Dans ce cas les tronçons de ligne 12b, 12c de longueur électrique  $\lambda/4$  étant fermés à une extrémité par un court circuit, leur autre extrémité est en circuit-ouvert ce qui permet de les déconnecter du reste du circuit.

Les deux tronçons de ligne de longueur électrique  $\lambda/2$  du deuxième niveau, formés des demi tronçons 13a, 13b d'une part et 14a, 14b ne sont alimentés que par les éléments actifs 1a et 1d.

Dans cette configuration l'impédance de charge  $Z$  ramenée sur chacun des éléments actifs allumés est égale à :

$$Z = \frac{Z_c}{2} \quad (5)$$

La puissance de sortie  $P_s$  fournie à la charge est :

$$P_s = 2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot U^2}{Z_c} \right) = \frac{2 \cdot U^2}{Z_c} \quad (6)$$

5 La représentation de la Figure 7 correspond à une configuration où un seul élément actif 1a alimente la charge au travers d'un seul tronçon de ligne de longueur électrique  $\lambda/2$  formé des demi tronçons 13a et 13b.

10 Dans ce cas les tronçons de ligne 12b, 12c et 12d de longueur électrique  $\lambda/4$  étant fermés à une extrémité par un court circuit, leur autre extrémité est en circuit-ouvert ce qui permet de les isoler du reste du circuit.

15 Le tronçon de ligne de longueur électrique  $\lambda/2$  du deuxième niveau, formé des demi tronçons 13a, 13b est alimenté par l'élément actif 1a.

Dans cette configuration l'impédance de charge  $Z$  ramenée sur

le seul élément actif allumé est :

20  $Z = Z_c \quad (7)$

La puissance de sortie Ps fournie à la charge est:

$$Ps = 1 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{Z_c} \right) = \frac{U^2}{2 \cdot Z_c} \quad (8)$$

Les relations (3), (5) font apparaître que la conductance de charge des éléments actifs allumés diminue lorsque le nombre d'éléments actifs allumés diminue.

D'autre part, en supposant que le niveau d'excitation des éléments actifs allumés est ajusté pour obtenir une tension de sortie U constante et que le dispositif d'adaptation n'a pas de perte, il apparaît au vu des relations (4), (6), (8) une dynamique de 12dB de la puissance de sortie Ps entre la configuration Figure 5 où quatre éléments actifs sont allumés et la configuration Figure 7 où un seul élément actif est allumé. Ainsi la puissance de sortie Ps est directement liée au nombre d'éléments actifs allumés.

Il apparaît également que le niveau de puissance obtenu pour chaque configuration à partir d'un nombre déterminé d'éléments actifs allumés est dans tous les cas proportionnel au carré du rapport entre les impédances caractéristiques Z2 et Z3 des tronçons de ligne du deuxième niveau et est inversement proportionnel au carré de l'impédance caractéristique Z1 du tronçon de ligne du premier niveau.

On constate également que la susceptance de charge des éléments actifs allumés est indépendante du nombre d'éléments actifs éteints. Ainsi, quel que soit le mode de fonctionnement : un ou deux ou quatre éléments actifs en

fonctionnement, la susceptance de charge ne variant pas, le rendement en puissance ajoutée reste constant.

Le principe de réalisation d'un dispositif d'adaptation d'un amplificateur comportant quatre éléments actifs peut bien entendu être étendu à un amplificateur comportant un nombre quelconque d'éléments actifs permettant d'obtenir des dynamiques de puissance d'autant plus grandes que le nombre d'éléments actifs est élevé.

Un mode de réalisation d'un dispositif d'adaptation d'un amplificateur comportant six éléments actifs couplés respectivement à six circuits de compensation de susceptance est représenté à la Figure 8.

Le mode de réalisation de la Figure 8 diffère de celui de la Figure 4 à la fois par le fait qu'il comporte six circuits de compensation de susceptance référencés de 4a à 4f et par le fait que les sorties des circuits de compensation de susceptance (4a, 4b, 4c) et (4d, 4e, 4f) sont reliées trois à trois par l'intermédiaire d'un tronçon de ligne 12a à 12f du premier niveau respectivement à une extrémité d'un tronçon de ligne 13a ou 14a du deuxième niveau.

Une variante de réalisation du dispositif d'adaptation de la Figure 8 est montrée à la Figure 9.

Suivant ce mode de réalisation les sorties des circuits de compensations de susceptance 4a à 4f sont reliées deux à deux par l'intermédiaire d'un tronçon de ligne du premier niveau respectivement à une extrémité d'un tronçon de ligne du deuxième niveau qui comporte trois tronçons de lignes reliés par leur deuxième extrémité commune à l'impédance de charge du dispositif d'adaptation.

Pour la mise en oeuvre de l'amplificateur selon l'invention, les tronçons de lignes constituant le circuit de combinaison et d'adaptation 5 peuvent être réalisés au moyen de toute technique connue en hyperfréquence pour 5 réaliser des microcircuits.

Les éléments actifs peuvent être des transistors unitaires ou des ensembles de transistors comme par exemple des montages cascodes.

10 Les éléments actifs, les circuits de compensation et de combinaison peuvent être intégrés sur le même circuit monolithique. Mais pour des raisons d'encombrement et de coût, le circuit de combinaison peut être également dissocié des éléments actifs et des circuits de compensation de susceptance à travers un assemblage hybride.

15 Le circuit de combinaison peut être également réalisé par des techniques de combinaison spatiale puissance à condition que l'action de diminuer le pourcentage d'éléments actifs allumés conduise toujours à une diminution de la conductance de charge des éléments actifs restant allumés 20 sans impacte sur les susceptances de charge.

**REVENDICATIONS**

1- Amplificateur de signaux hyperfréquence de longueur d'onde  $\lambda$  comportant un nombre déterminé N d'éléments actifs couplés en parallèle à une impédance de charge par l'intermédiaire d'un dispositif d'adaptation (3),  
5 caractérisé en ce que le dispositif d'adaptation (3) comprend :

- un nombre déterminé N de circuits de compensation de susceptance référencés (41 à 4N; 4a à 4d) reliées respectivement aux sorties de N éléments actifs (11 à 1N; 1a à 1d) pour compenser les susceptances de sortie des éléments actifs (41 à 4N; 4a à 4d);

- et un circuit de combinaison et d'adaptation des conductances (5) possédant N entrées reliées respectivement aux sorties des N circuits de compensation des susceptances (41 à 4N; 4a à 4d) et une sortie reliée à l'impédance de charge (2) de l'amplificateur.

2- Amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de combinaison et d'adaptation des conductances de charge (5) des éléments actifs comprend un nombre déterminé de tronçons de ligne organisés en M niveaux, le niveau 1 étant raccordé respectivement aux sorties des N circuits de compensation des susceptances (41 à 4N; 4a à 4d) par l'intermédiaire de N tronçons de ligne L(1,1) à L(1,N) d'égale longueur électrique, multiple entier de  $\lambda/4$  et le niveau M étant raccordé à la charge de l'amplificateur, chaque niveau, autre que le niveau 1 comporte un nombre déterminé de tronçons de ligne d'égales longueur électrique multiple entier de  $\lambda/2$ , chaque tronçon de ligne d'un niveau autre que le niveau 1 étant raccordé à un ou plusieurs tronçons de ligne du niveau qui le précède,

le nombre de tronçons de ligne de chaque niveau allant en décroissant au fur et à mesure que le nombre de niveaux depuis le niveau 1 augmente.

5       3- Amplificateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les tronçons de ligne du niveau M sont raccordés à la charge de l'amplificateur par l'intermédiaire d'au moins un tronçon de ligne  $L(M+1,1)$  de longueur électrique multiple entier de  $\lambda/4$  formant un  $(M+1)$  ième  
10 niveau.

15      4- Amplificateur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les tronçons de ligne de longueur électrique multiple entier de  $\lambda/2$  sont décomposés en plusieurs lignes de longueur électrique  $\lambda/4$  d'impédance caractéristiques différentes.

20      5- Amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les longueurs électriques des tronçons de lignes du premier niveau sont égales à un multiple entier impair de  $\lambda/4$  si l'impédance présentée en entrée du circuit de combinaison par un élément actif éteint combiné avec son circuit de compensation de susceptance est un court-circuit afin de présenter un circuit-ouvert sur les noeuds du niveau  
25 1.

30      6- Amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les longueurs électriques des tronçons de lignes du premier niveau sont égales à un multiple entier pair de  $\lambda/4$  si l'impédance présentée en entrée du circuit de combinaison par un élément actif éteint combiné avec son circuit de compensation de susceptance est un circuit-ouvert afin de présenter un circuit-ouvert sur les noeuds du niveau 1.

7- Amplificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la somme des longueurs électriques reliant une entrée du circuit de combinaison à sa sortie est égale à un multiple entier 5 impair de  $\lambda/4$  afin de réaliser un transformateur inverseur d'impédance.

8- Amplificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque tronçon de ligne d'un niveau autre que le niveau 1 est 10 raccordé sur un même noeud à un même nombre de tronçons de ligne du niveau qui le précède.

9- Amplificateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le circuit de 15 combinaison et d'adaptation des conductances de charge (5) des éléments actifs est organisé en deux niveaux pour réaliser l'adaptation de la charge de l'amplificateur à seulement quatre éléments actifs (1a, 1b, 1c, 1d), un premier niveau composé de quatre tronçons de ligne (12a, 12b, 20 12c, 12d) de longueur électrique  $\lambda/4$  et un deuxième niveau composé de deux tronçons de ligne (13a, 13b; 14a, 14b) de longueur électrique  $\lambda/2$  reliés par une de leur extrémité commune à l'impédance de charge de l'amplificateur, les deux tronçons de ligne (13a, 13b; 14a, 14b) de longueur 25 électrique  $\lambda/2$  étant partagés en deux tronçons de ligne de longueur électrique  $\lambda/4$  d' impédances Z2 et Z3 différentes.

10- Amplificateur selon l'une quelconque des revendication précédentes, caractérisé en ce que le circuit 30 de combinaison et d'adaptation des conductances de charges (5) des éléments actifs est organisé en deux niveaux pour réaliser l'adaptation de la charge de l'amplificateur à seulement six éléments actifs (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f), un premier niveau composé de six tronçons de ligne 35 (12a, ..., 12f) de longueur électrique  $\lambda/4$  et un deuxième

niveaux composé de deux tronçons de ligne (13a, 13b; 14a, 14b) de longueur électrique  $\lambda/2$  reliés par une de leur extrémité commune à l'impédance de charge(2) de l'amplificateur, les sorties des circuits de compensation de 5 susceptance (4a,...,4f) étant reliées trois à trois par l'intermédiaire d'un tronçon de ligne (12a, 12b, 12c;12d,12e,12f) du premier niveau respectivement à une extrémité d'un tronçon de ligne (13a, 13b; 14a, 14b) du deuxième niveau opposée à celle reliée à l'impédance de 10 charge (2) de l'amplificateur, les deux tronçons de ligne (13a, 13b; 14a, 14b) de longueur électrique  $\lambda/2$  étant partagés en deux tronçons de ligne de longueur électrique  $\lambda/4$  d' impédances Z2 et Z3 différentes.

15        11- Amplificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit de combinaison et d'adaptation des conductances de charges (5) des éléments actifs est organisé en deux niveaux pour réaliser l'adaptation de la charge (2) de l'amplificateur à 20 seulement six éléments actifs (1a,1b, 1c, 1d, 1e, 1f), un premier niveau composé de six tronçons de ligne (12a,...,12f) de longueur électrique  $\lambda/4$  et un deuxième niveau composé de trois tronçons de ligne (13a, 13b; 14a, 14b; 15a, 15b) de longueur électrique  $\lambda/2$  reliés par une de 25 leur extrémité commune à l'impédance de charge (2) de l'amplificateur, les sorties des circuits de compensation de susceptance (4a,...,4f) étant reliées deux à deux par l'intermédiaire d'un tronçon de ligne (12a, 12b; 12c, 12d; 12e, 12f) du premier niveau respectivement à une extrémité 30 d'un tronçon de ligne (13a, 13b ; 14a, 14b; 15a, 15b) du deuxième niveau opposée à celle reliée à l'impédance de charge (2) de l'amplificateur, les trois tronçons de ligne (13a, 13b; 14a, 14b; 15a, 15b) de longueur électrique  $\lambda/2$  étant partagés chacun en deux tronçons de ligne de longueur 35 électrique  $\lambda/4$  d' impédances Z2 et Z3 différentes.

12- Amplificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque circuit de compensation de susceptance (41 à 4N; 4a à 4d) se compose de deux tronçons de ligne (5, 6) reliés en série par  
5 l'intermédiaire d'un condensateur (7) entre la sortie de l'élément actif (11 à 1N; 1a à 1d) auquel il est relié et l'entrée du circuit de combinaison et d'adaptation des conductances (5) qui lui correspond et un troisième tronçon de ligne relié entre d'une part, le point commun (9) entre  
10 le condensateur (7) et le tronçon de ligne (5) relié à la sortie de l'élément actif (11 à 1N; 1a à 1d) et d'autre part, une extrémité d'un condensateur (10) à capacité fixe relié par sa deuxième extrémité à un point de masse du circuit (11), le condensateur à capacité fixe (10) étant  
15 polarisé par une tension de polarisation appliquée sur sa première extrémité déterminée en fonction de l'état de fonctionnement choisi pour l'élément actif.

13- Amplificateur selon la revendication 1, caractérisé  
20 en ce que le circuit de combinaison est réalisé par une technique de combinaison spatiale de puissance.

1/5

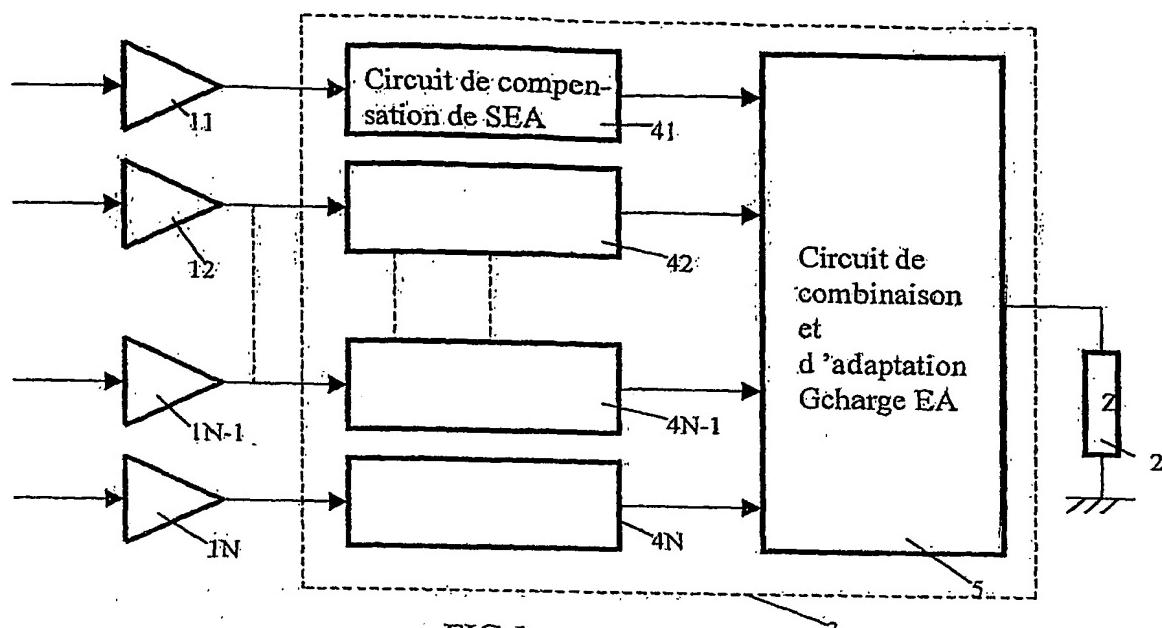


FIG:1

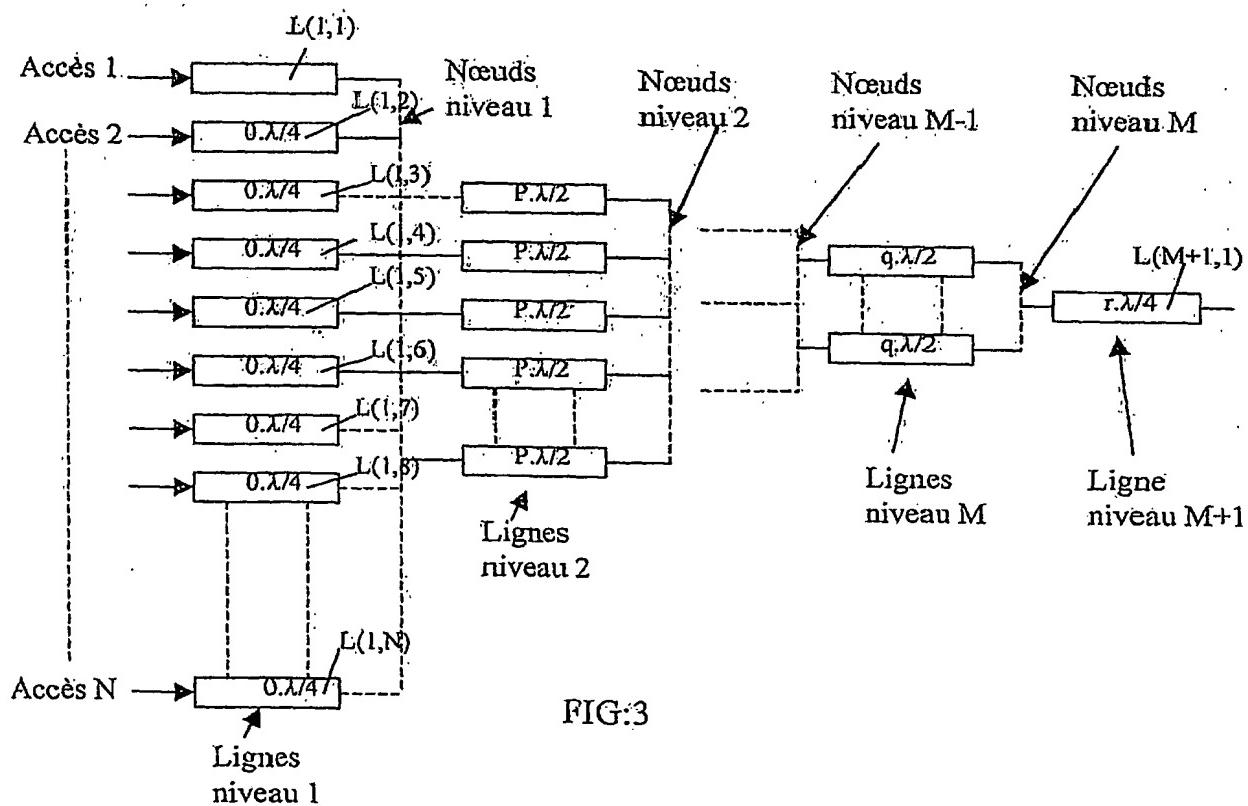


FIG:3

2/5

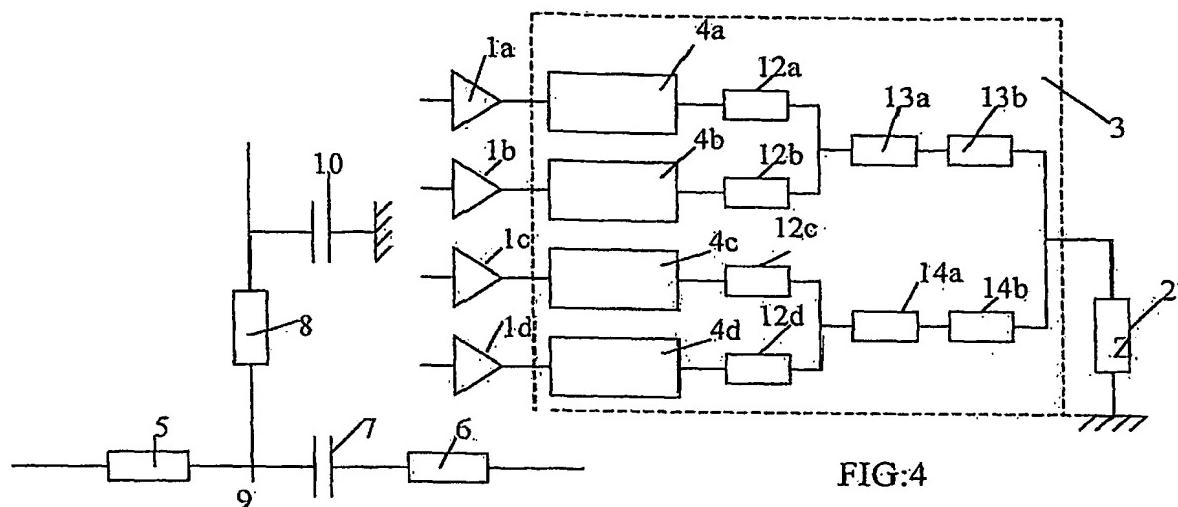


FIG: 4

FIG: 2

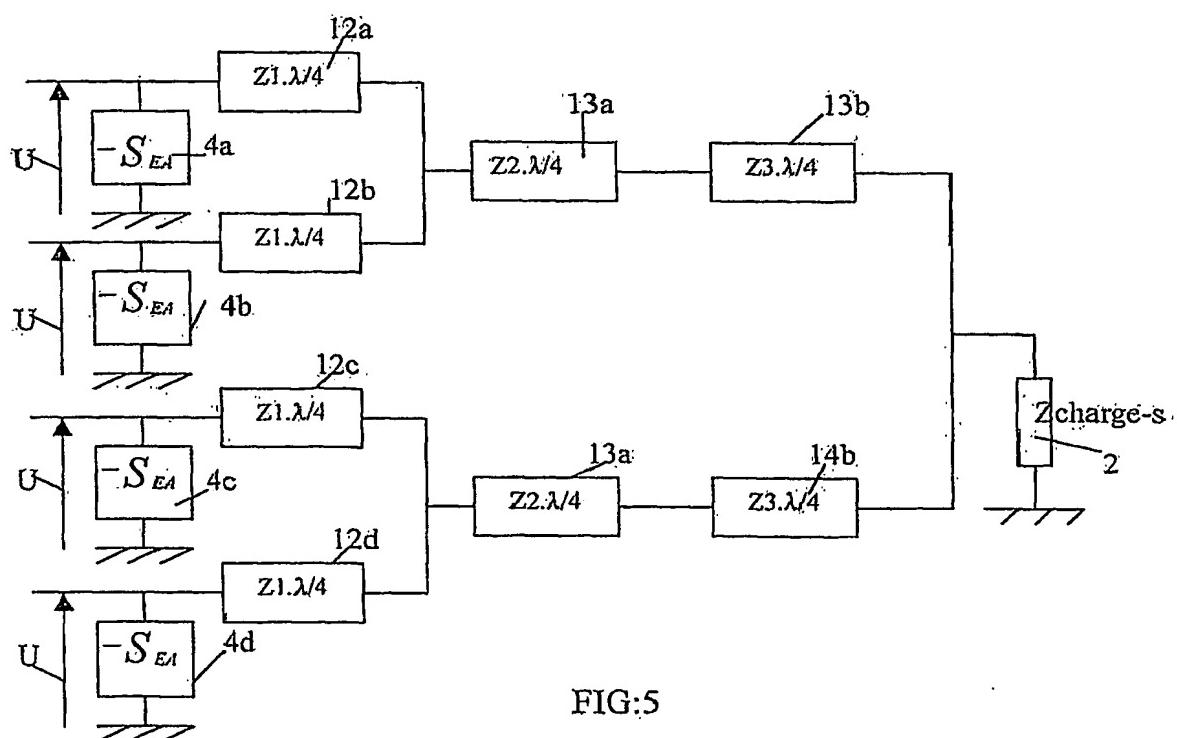
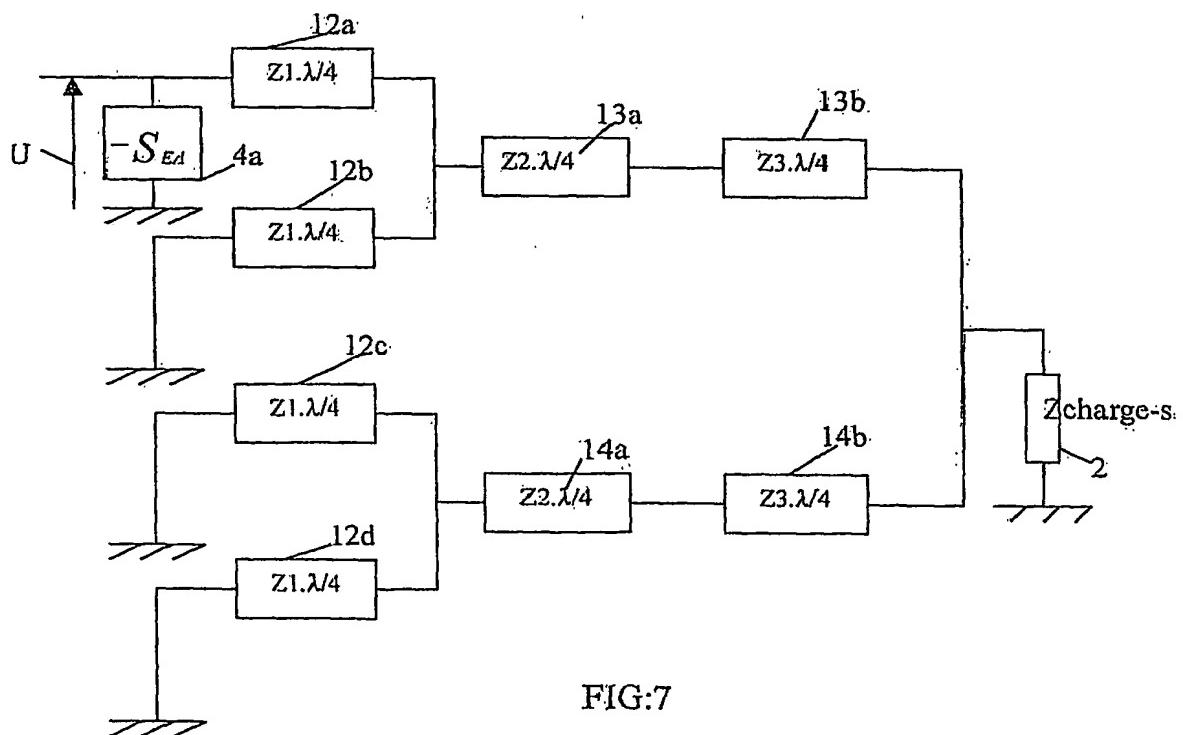
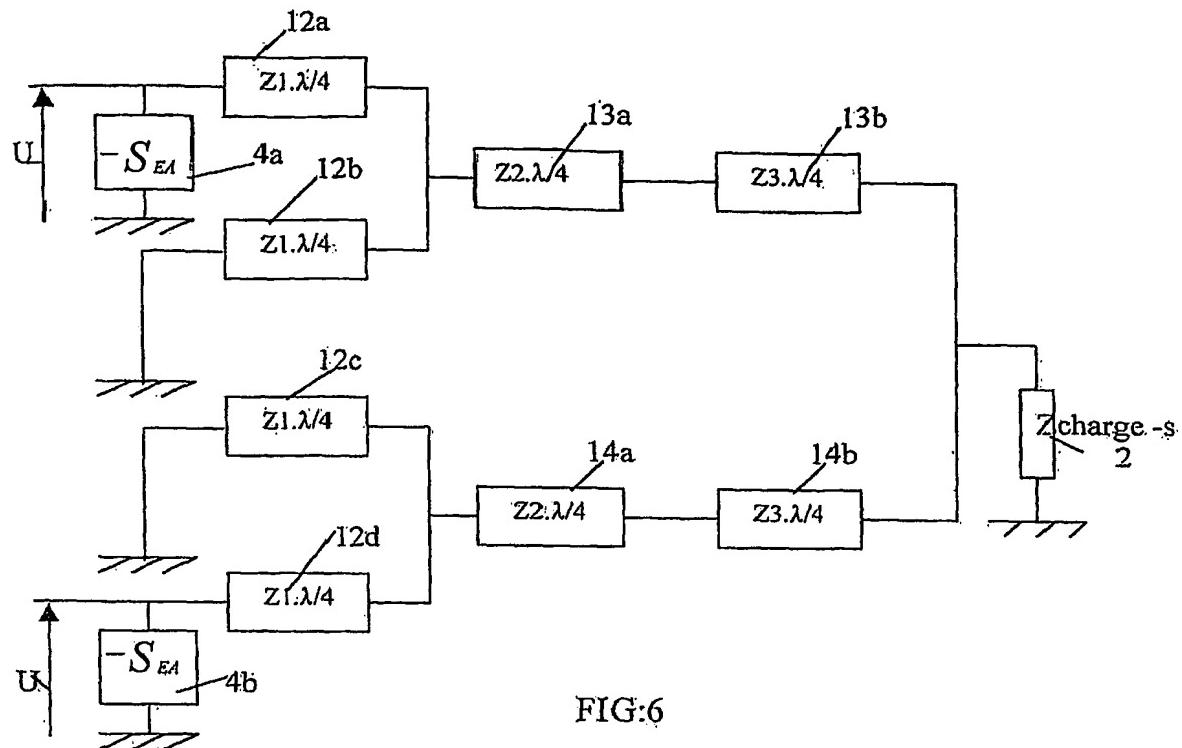


FIG: 5

3/5



4/5

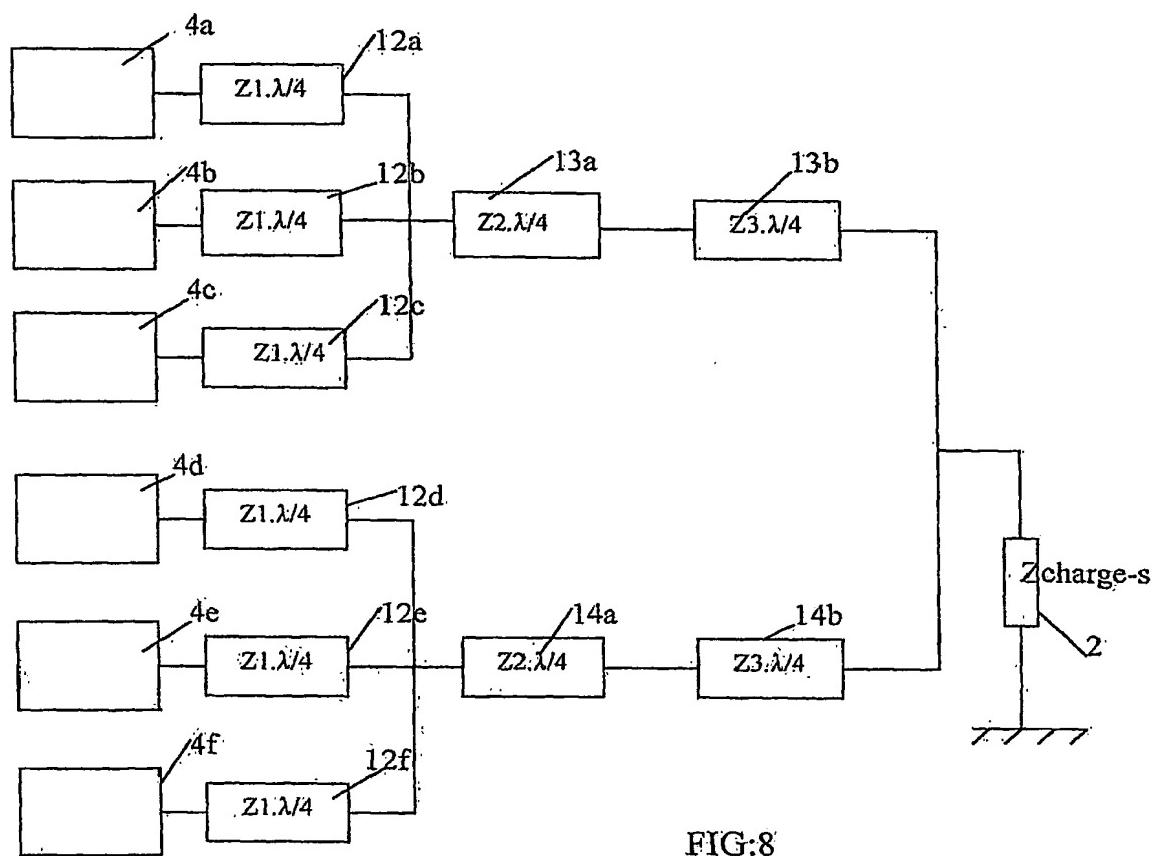


FIG:8

5/5

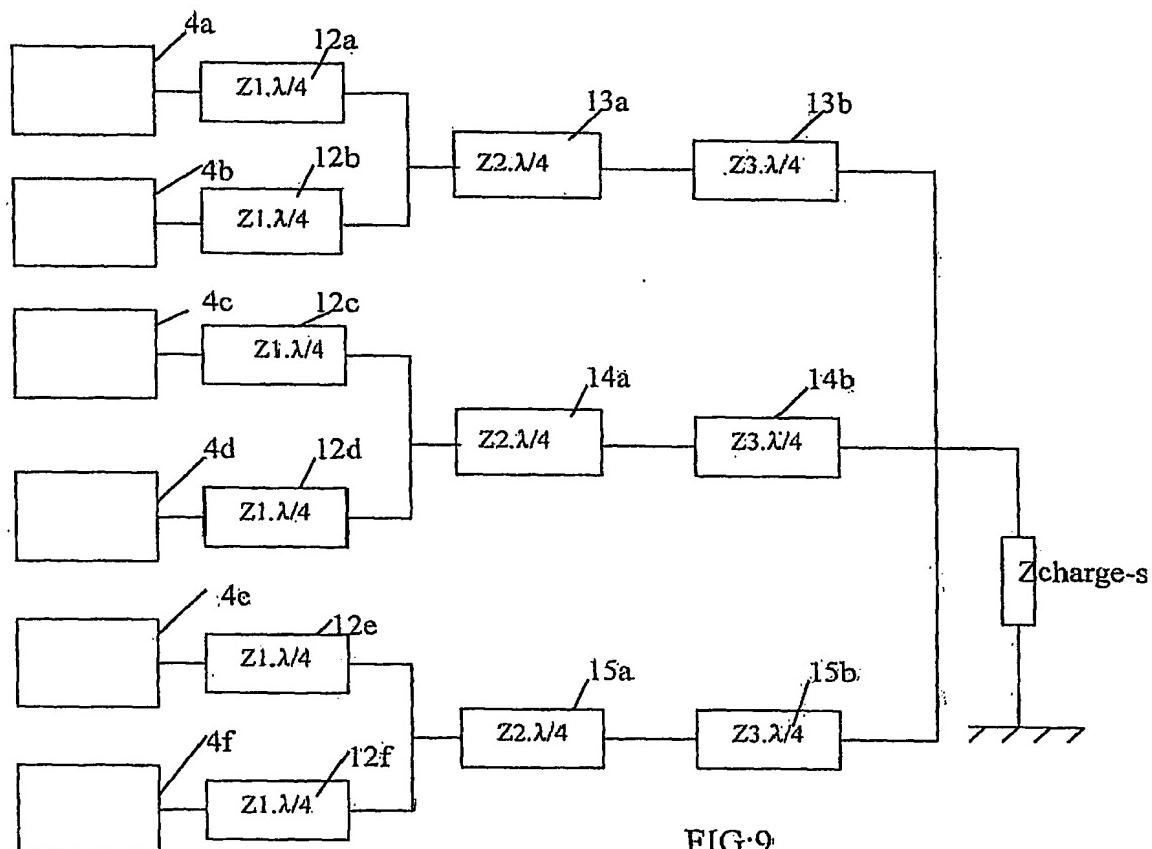


FIG:9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/001748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H03F1/02 H03F3/60 H03F3/72 H01P5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H03F H01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 547 745 A (DEGENFORD JAMES E ET AL) 15 October 1985 (1985-10-15) column 3, line 15 - line 68; figure 1 column 7, line 40 - line 46 -----	1,5,7,8
Y		2-4
A	column 7, line 40 - line 46 -----	6,9-11
X	US 5 543 751 A (MATZ JOHN E ET AL) 6 August 1996 (1996-08-06) column 2, line 65 - column 3, line 17 column 4, line 7 - line 27; figures 1,4 -----	1,3,4, 6-8 2,5,9-11
A		
Y	US 5 410 281 A (BLUM RICHARD J) 25 April 1995 (1995-04-25) column 7, line 17 - column 7, line 21; figure 1 ----- -/-	2-4

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 2004

Date of mailing of the international search report

17 FEB 2005

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Te. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietsche, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/001748

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 767 755 A (KIM CHUL-DONG ET AL) 16 June 1998 (1998-06-16)	1,3,4, 6-8
A	column 2, line 55 - column 3, line 60; figures 2-4 -----	2,5,9-11
X	US 2002/097087 A1 (BOSCH WOLFGANG ET AL) 25 July 2002 (2002-07-25)	1-10
A	paragraph [0002] - paragraph [0070]; figures 1-4,9 -----	11
X	EP 0 540 286 A (JAPAN RADIO CO LTD ;NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE (JP)) 5 May 1993 (1993-05-05)	1,3-8
A	page 1, line 1 - page 6, line 16; figures 3-6 -----	2,9-11
X	HANG C Y ET AL: "A NEW AMPLIFIER POWER COMBINING SCHEME WITH OPTIMUM EFFICIENCY UNDER VARIABLE OUTPUTS" 2002 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST. (IMS 2002). SEATTLE, WA, JUNE 2 - 7, 2002, IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. 2 OF 4, 2 June 2002 (2002-06-02). pages 913-916, XP001109929 ISBN: 0-7803-7239-5 the whole document -----	1,3,4, 6-8 2,5,9-11
X	US 5 012 200 A (MEINZER KARL) 30 April 1991 (1991-04-30)	1
A	the whole document -----	2-11
X	US 6 252 871 B1 (TRAN THUAN ET AL) 26 June 2001 (2001-06-26)	1-8
A	column 2, line 61 - column 4, line 29; figures 1-3 -----	9-11
P,X	WO 2004/023647 A (ERICSSON TELEFON AB L M ; KLINGBERG MATS (SE); HELLBERG RICHARD (SE)) 18 March 2004 (2004-03-18) figures 1,2 -----	1,7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/FR2004/001748****Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see separate sheet**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**see annex****Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

**Box III**

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-11

General production of a microwave amplifier having N active elements in parallel, the outputs of which are pre-adapted before being combined by any combining and adapting circuit (figure 1).

1.1. Claims 2-11

Production of a combining and adapting circuit using a network of specific sections (figures 3 to 9).

2. Claim 12

Production of a specific pre-adapting and polarising circuit (figure 2).

3. Claim 13

Use of a spatial power combining circuit.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/001748

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4547745	A	15-10-1985	NONE		
US 5543751	A	06-08-1996	AU AU BR CA CN EP JP TW WO	685368 B2 1875897 A 9606517 A 2200077 A1 1159259 A ,C 0879501 A1 10506516 T 390068 B 9704522 A1	15-01-1998 28-07-1997 12-08-1997 06-02-1997 10-09-1997 25-11-1998 23-06-1998 11-05-2000 06-02-1997
US 5410281	A	25-04-1995	NONE		
US 5767755	A	16-06-1998	KR CN RU	164368 B1 1159083 A 2138888 C1	01-02-1999 10-09-1997 27-09-1999
US 2002097087	A1	25-07-2002	FR CA	2816132 A1 2359759 A1	03-05-2002 30-04-2002
EP 0540286	A	05-05-1993	JP CA DE DE EP US	5121916 A 2081628 A1 69213650 D1 69213650 T2 0540286 A1 5363072 A	18-05-1993 30-04-1993 17-10-1996 23-01-1997 05-05-1993 08-11-1994
US 5012200	A	30-04-1991	DE CA FR GB JP	3733374 A1 1304460 C 2621752 A1 2210747 A ,B 1109909 A	11-05-1989 30-06-1992 14-04-1989 14-06-1989 26-04-1989
US 6252871	B1	26-06-2001	BR CA DE EP WO	9912506 A 2336332 A1 69915067 D1 1092302 A2 0002355 A2	02-05-2001 13-01-2000 01-04-2004 18-04-2001 13-01-2000
WO 2004023647	A	18-03-2004	WO	2004023647 A1	18-03-2004

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/001748

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H03F1/02 H03F3/60 H03F3/72 H01P5/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H03F H01P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 547 745 A (DEGENFORD JAMES E ET AL) 15 octobre 1985 (1985-10-15)	1,5,7,8
Y	colonne 3, ligne 15 – ligne 68; figure 1	2-4
A	colonne 7, ligne 40 – ligne 46	6,9-11
X	US 5 543 751 A (MATZ JOHN E ET AL) 6 août 1996 (1996-08-06)	1,3,4, 6-8
A	colonne 2, ligne 65 – colonne 3, ligne 17 colonne 4, ligne 7 – ligne 27; figures 1,4	2,5,9-11
Y	US 5 410 281 A (BLUM RICHARD J) 25 avril 1995 (1995-04-25) colonne 7, ligne 17 – colonne 7, ligne 21; figure 1	2-4
	----- ----- ----- ----- -----	-/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### ° Catégories spéciales de documents cités

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 décembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02.02.2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Dietsche, S

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001748

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 767 755 A (KIM CHUL-DONG ET AL) 16 juin 1998 (1998-06-16)	1,3,4, 6-8
A	colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 60; figures 2-4 -----	2,5,9-11
X	US 2002/097087 A1 (BOSCH WOLFGANG ET AL) 25 juillet 2002 (2002-07-25)	1-10
A	alinéa '0002! - alinéa '0070!; figures 1-4,9 -----	11
X	EP 0 540 286 A (JAPAN RADIO CO LTD ;NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE (JP)) 5 mai 1993 (1993-05-05)	1,3-8
A	page 1, ligne 1 - page 6, ligne 16; figures 3-6 -----	2,9-11
X	HANG C Y ET AL: "A NEW AMPLIFIER POWER COMBINING SCHEME WITH OPTIMUM EFFICIENCY UNDER VARIABLE OUTPUTS" 2002 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST.(IMS 2002). SEATTLE, WA, JUNE 2 - 7, 2002, IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. 2 OF 4, 2 juin 2002 (2002-06-02), pages 913-916, XP001109929 ISBN: 0-7803-7239-5 le document en entier -----	1,3,4, 6-8
X	US 5 012 200 A (MEINZER KARL) 30 avril 1991 (1991-04-30)	1
A	le document en entier -----	2-11
X	US 6 252 871 B1 (TRAN THUAN ET AL) 26 juin 2001 (2001-06-26)	1-8
A	colonne 2, ligne 61 - colonne 4, ligne 29; figures 1-3 -----	9-11
P,X	WO 2004/023647 A (ERICSSON TELEFON AB L M ; KLINGBERG MATS (SE); HELLBERG RICHARD (SE)) 18 mars 2004 (2004-03-18) figures 1,2 -----	1,7

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**Demande internationale n°  
PCT/FR2004/001748**Cadre II Observations – lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 2 de la première feuille)**

Conformément à l'article 17.2)a), certaines revendications n'ont pas fait l'objet d'une recherche pour les motifs suivants:

1.  Les revendications n°s se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir:
  
2.  Les revendications n°s se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier:
  
3.  Les revendications n°s sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

**Cadre III Observations – lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 3 de la première feuille)**

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir.

**voir feuille supplémentaire**

1.  Comme toutes les taxes additionnelles ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
  
2.  Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prétaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, l'administration n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.
  
3.  Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n°s
  
4.  Aucune taxe additionnelle demandée n'a été payée dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n°s  
**see annex**

**Remarque quant à la réserve**

- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant.  
 Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR PCT/ISA/ 210

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs (groupes d') inventions dans la demande internationale, à savoir:

1. revendications: 1-11

Réalisation générale d'un amplificateur hyperfréquence ayant N éléments actifs en parallèle dont les sorties sont préadaptées avant d'être combinées par un circuit de combinaison et d'adaptation quelconque (fig. 1)

1.1. revendications: 2-11

Réalisation d'un circuit de combinaison et d'adaptation à l'aide des réseaux de tronçons de lignes particuliers (fig. 3-9)

---

2. revendication: 12

Réalisation d'un circuit de préadaptation et de polarisation particulier (fig.2)

---

3. revendication: 13

Utilisation d'un circuit de combinaison spatiale de puissance

---

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale N°

PCT/FR2004/001748

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
US 4547745	A	15-10-1985	AUCUN		
US 5543751	A	06-08-1996	AU AU BR CA CN EP JP TW WO	685368 B2 1875897 A 9606517 A 2200077 A1 1159259 A ,C 0879501 A1 10506516 T 390068 B 9704522 A1	15-01-1998 28-07-1997 12-08-1997 06-02-1997 10-09-1997 25-11-1998 23-06-1998 11-05-2000 06-02-1997
US 5410281	A	25-04-1995	AUCUN		
US 5767755	A	16-06-1998	KR CN RU	164368 B1 1159083 A 2138888 C1	01-02-1999 10-09-1997 27-09-1999
US 2002097087	A1	25-07-2002	FR CA	2816132 A1 2359759 A1	03-05-2002 30-04-2002
EP 0540286	A	05-05-1993	JP CA DE DE EP US	5121916 A 2081628 A1 69213650 D1 69213650 T2 0540286 A1 5363072 A	18-05-1993 30-04-1993 17-10-1996 23-01-1997 05-05-1993 08-11-1994
US 5012200	A	30-04-1991	DE CA FR GB JP	3733374 A1 1304460 C 2621752 A1 2210747 A ,B 1109909 A	11-05-1989 30-06-1992 14-04-1989 14-06-1989 26-04-1989
US 6252871	B1	26-06-2001	BR CA DE EP WO	9912506 A 2336332 A1 69915067 D1 1092302 A2 0002355 A2	02-05-2001 13-01-2000 01-04-2004 18-04-2001 13-01-2000
WO 2004023647	A	18-03-2004	WO	2004023647 A1	18-03-2004